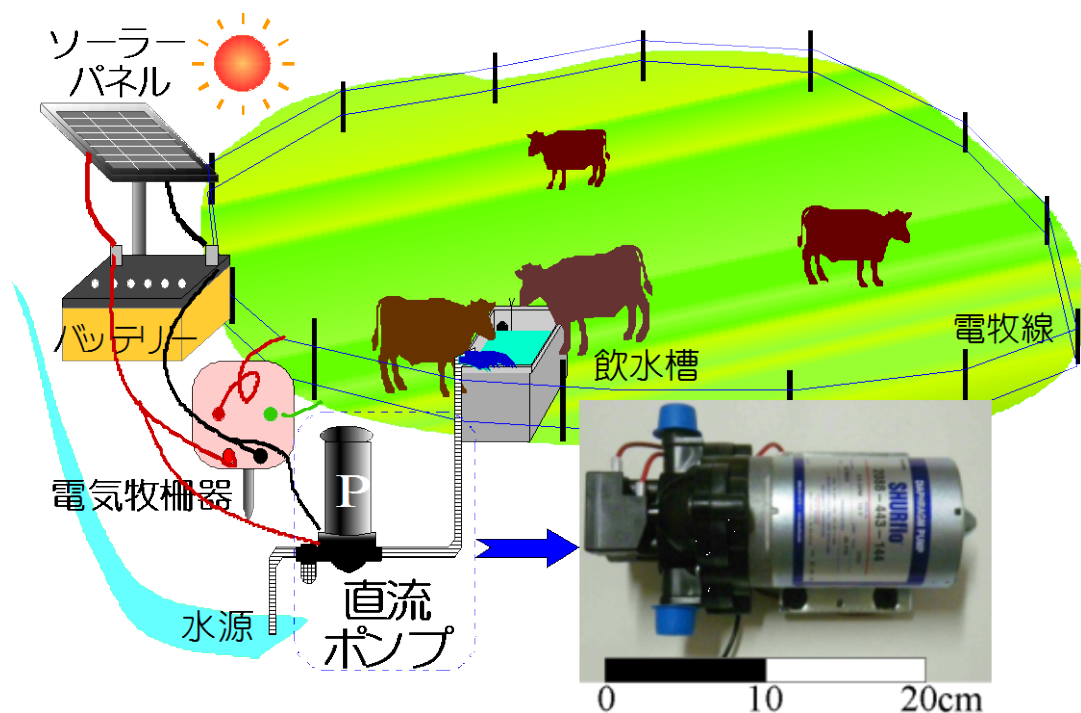
# 耕作放棄地放牧等における省力的家畜飲水供給システム

## 導入マニュアル（Ver.1.1）

ソーラーパネル
バッテリー
電気牧柵器
水源
直流ポンプ
飲水槽
電牧線
0 10 20cm

平成26年11月

(独)農業・食品産業技術総合研究機構
畜産草地研究所　草地管理研究領域

# はじめに

耕作放棄地などで放牧を行うにあたって、家畜の飲水施設の整備は重要な事項の1つです。

水の確保の方法は現地の状況でさまざまで、放牧現場の近くにある河川、沢、湧水を利用したり、小屋の屋根やシート敷設による天水利用施設、地下水の利用などの事例があります。このように現場で水源が確保できる場合であっても、水源が放牧地より低位部にある場合は、人力あるいはガソリンエンジン式動力などを用いて揚水しなければなりません。このような状況から、多くの現場では、農家が水を運搬して給水することを余儀なくされています。

一方、これらの放牧現場の多くには商用電源が無いことから、家畜管理のために太陽光発電を利用した電気牧柵器が多く導入されています。放牧における直流電源の利活用はとても身近なものになってきています。そこで、直流電気で駆動する揚水ポンプを導入し、飲水を自動的・省力的に供給する技術を開発しました。

この技術を畜・酪農家、行政・普及組織など多くの方々に広く知っていただき、ご利用いただくことを目的として、システム導入にあたってのマニュアルを作成しました。

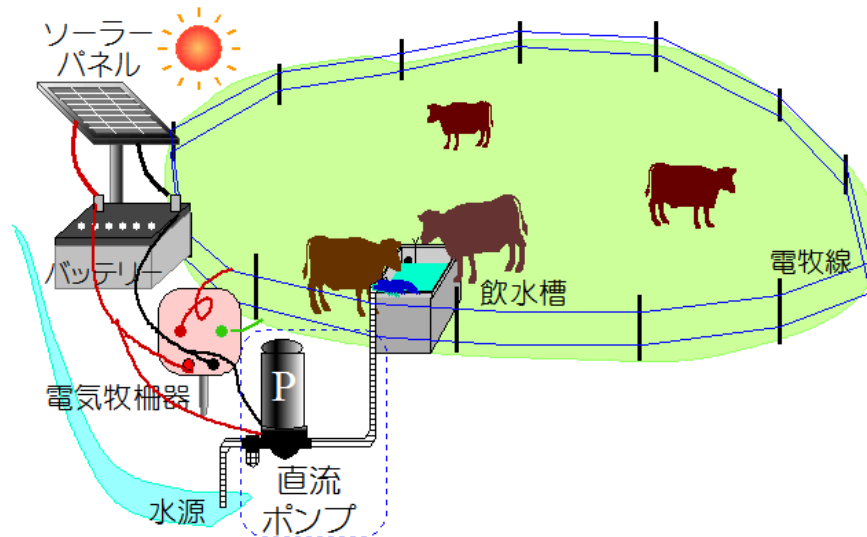
このマニュアルが、放牧飼養管理の省力化ならびに耕作放棄地放牧などの推進の一助となれば幸いです。

平成26年11月
(独)農業・食品産業技術総合研究機構
畜産草地研究所　草地管理研究領域　中尾誠司

－目次－

## 1. システムの概要

### 1)システムの概念

本システムは、放牧地において太陽光発電型の電気牧柵システムが導入されている場合は、それらの電源を利活用して、直流ポンプなどを組み合わせ、水源から家畜飲水を揚水して自動供給するものです。電池式の電気牧柵器や有刺鉄線による固定柵で放牧している場合もソーラーパネルやバッテリーを加えることで導入できます。

### 2)システムの構成機器とその特徴

#### (1)構成機器

本システムは、直流ポンプ、太陽光発電と蓄電を制御する充放電コントローラ、ポンプの駆動や停止を制御するポンプコントローラ、飲水槽や水源などの水位状況をポンプコントローラに伝えるフロートスイッチで構成されています。

直流ポンプ

充放電コントローラ

バッテリーの過充電・過放電を防ぐ

ポンプコントローラ

ポンプの駆動・停止を制御する

フロートスイッチ

飲水槽の満水や水源の水位低下をポンプコントローラに伝える接点スイッチ

（2）構成機器の仕様

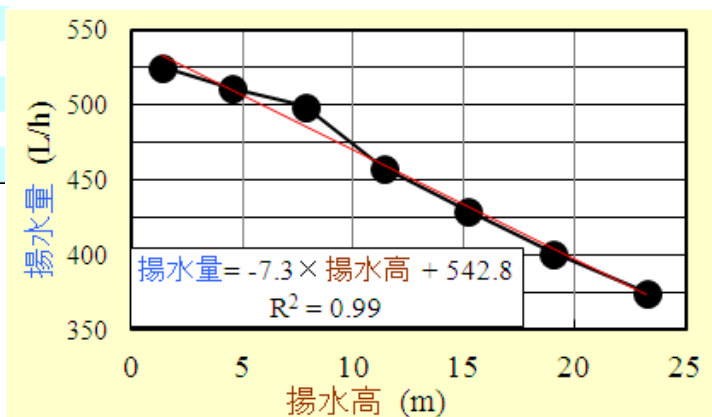
構成機器の仕様（フロートスイッチを除く）は下表の通りです。ポンプはダイアフラム（隔膜）の往復運動によって水を移送する仕組みになっています。揚水量は決して大きくありませんが、高さ30m以上までの揚水が可能です。ダイヤフラムの劣化の関係から期待寿命は2，000時間とされています。清水での利用が前提とされていますので、水源の水質などにより寿命が短くなる可能性がありますが、1日あたり2時間稼働するとした場合、約3年間は使用できることになります。タイヤフラム方式のため、自給水位（吸い上げ高さ）は2．1mとされています。試験の結果、4．3m程度までは吸い上げが可能であることが確認されていますが、場合によっては給水できないこともあるため、できるだけ定格の自給水位での利用が望ましいです。

| ポンプ | |
|---|---|
| 形式 | 3室ダイアフラムポンプ |
| モーター | 永久磁石 |
| 電圧 | 12 VDC |
| 自給水位 | 2.1 m |
| 最大注水圧 | 206.8 kPa |
| 口径 | 1/2インチ |
| 質量 | 2.18 kg |
| 寸法 | 高218×幅127mm |
| 期待寿命 | 2000時間 |

| 揚水高(m) | 揚水量(L/分) | 電流(A) |
|---|---|---|
| 0 | 13.2 | 5.3 |
| 7 | 10.7 | 5.8 |
| 14 | 9.7 | 7.0 |
| 21 | 8.7 | 8.0 |
| 28 | 7.6 | 9.1 |
| 34 | 6.6 | 9.9 |

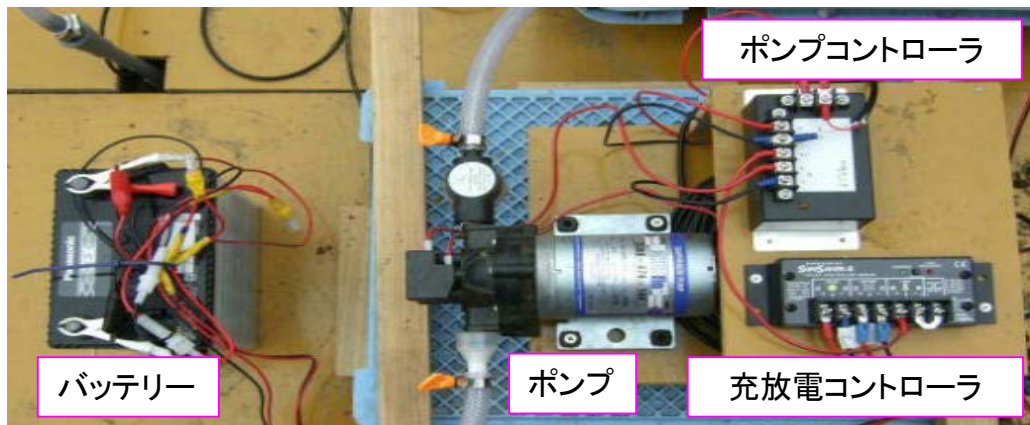
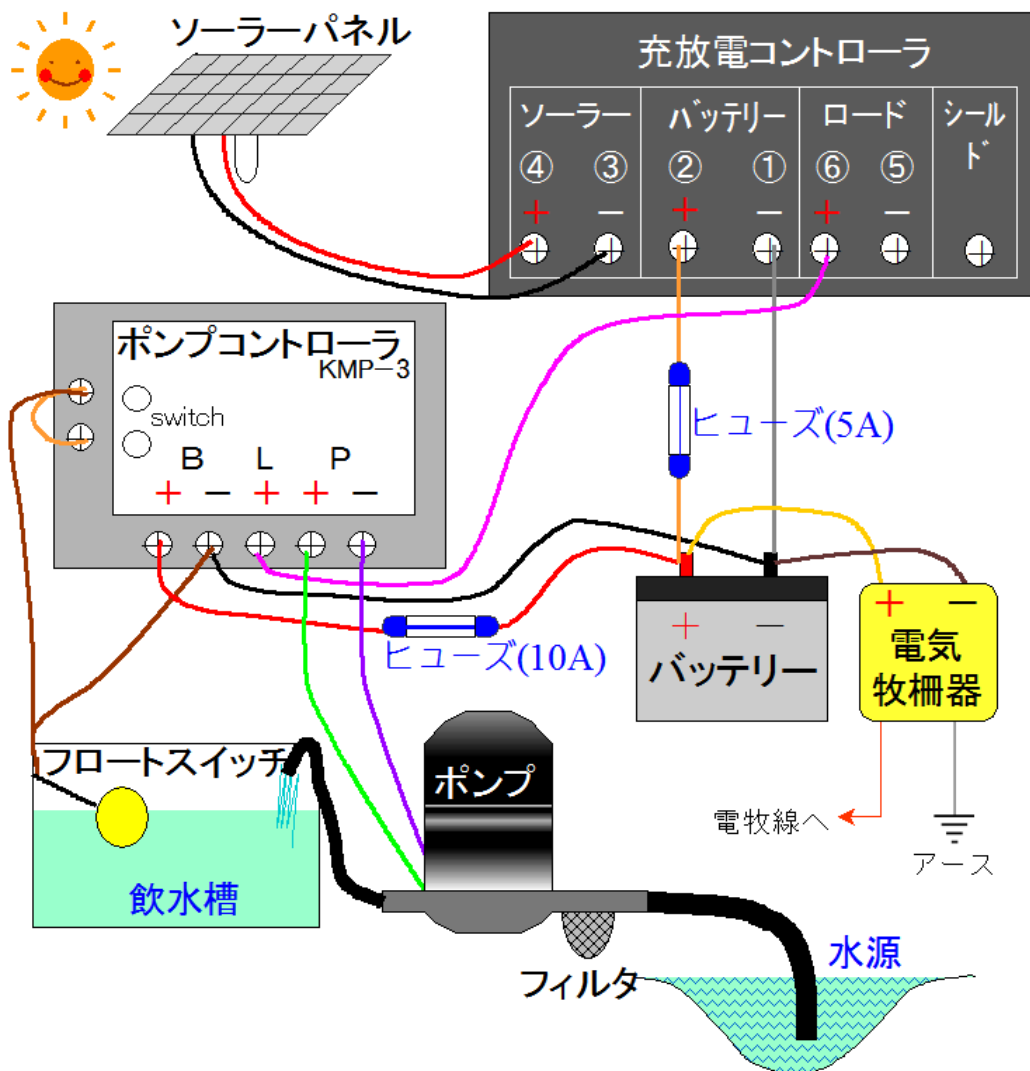
| 充放電コントローラ | |
|---|---|
| システム電圧 | 12 V |
| 最大入力電圧 | 30 V |
| 太陽電池定格入力電流 | 6.5 A |
| 太陽電池最大短絡電流 | 8.1 A |
| 定格負荷電流 | 6 A |
| 自己消費電流 | 8-10m A |

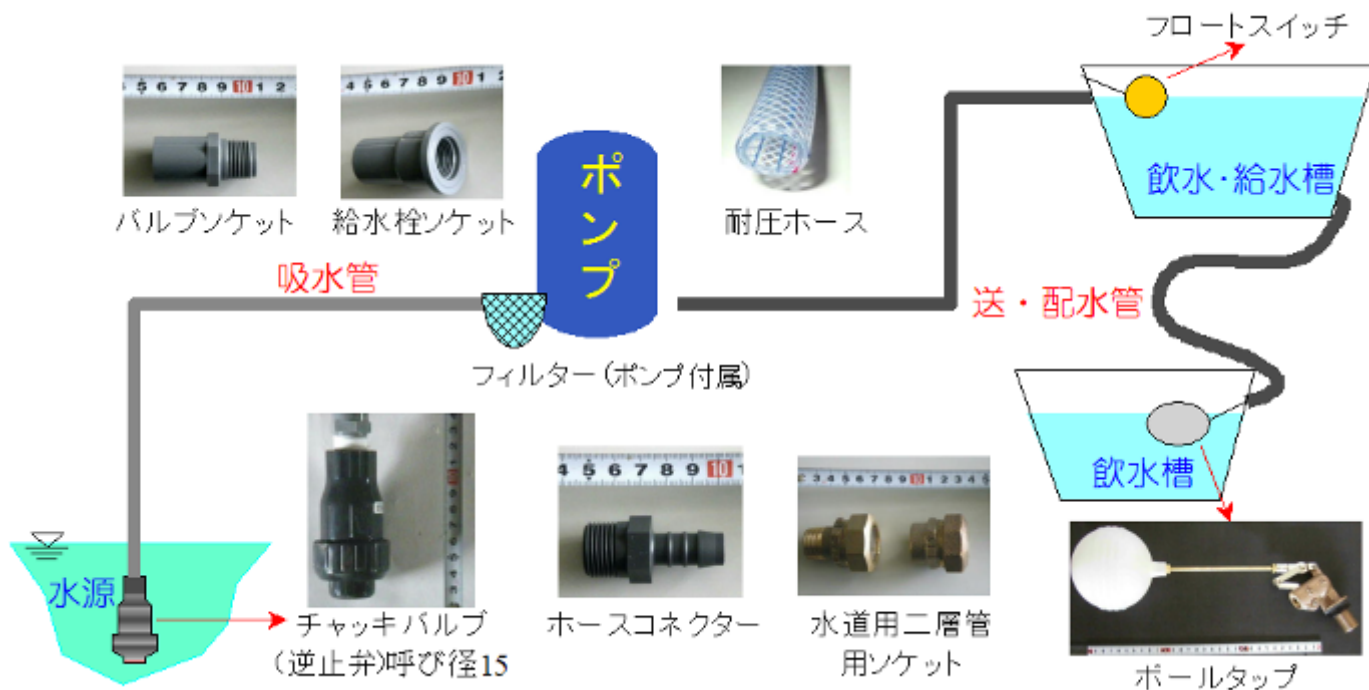
| ポンプコントローラ | |
|---|---|
| システム電圧(直流) | 40V以下 |
| 許容電流 | 10A |
| 自己消費電流(24V時) | 5.6mA |

100mのホースを接続して実施した揚水試験では、右図のとおり、揚水する高さが高くなるほど揚水量は減少しますが、揚水高5mの場合で毎時約500リットル、20mでも毎時400リットルの揚水が可能です。回帰式を基に、揚水高と時間間隔ごとの揚水量を計算すると右表のようになります。

| 揚水高(m) | 揚水量（リットル） 1時間 | 30分間 | 10分間 |
|---|---|---|---|
| 1 | 535 | 268 | 89 |
| 5 | 506 | 253 | 84 |
| 10 | 470 | 235 | 78 |
| 15 | 434 | 217 | 72 |
| 20 | 397 | 199 | 66 |

2．システムの導入

1）システム構成機器の接続法

本システムの各機器と、ソーラーパネルや電気牧柵器などは下図のように接続します。配線時は＋（ﾌﾟﾗｽ）、－(ﾏｲﾅｽ)やヒューズ容量を間違わないように接続してください。

２）給水システム構築（配管など）のための基本的考え方

水源から飲水槽などまでの配管やそれに必要な継手などの一例を下図に示します。

①吸水部の先端には、水の逆流によるポンプの空運転を防ぐため、逆止弁(チャッキバルブ)を取り付けます。逆止弁の種類は数多くありますが、PVC素材でボール式のもので十分です。また、取り外しに便利なネジ込み式のバルブを使用すれば、雑物・土砂などが弁に詰まったりした場合の維持管理が容易になります。

②吸水管は、ポンプの吸引圧に耐えられる素材である必要があります。塩ビパイプが一般的ですが、劣化防止・耐寒のためには水道用ポリエチレン二層管の使用も有効です。ホースの利用も可能ですが、その場合は、ポリエステル糸を補強材として組み込んだ耐圧ホースを用います。パイプ径はポンプとの接続の関係から呼び径13のものを、ホースの場合は内径12mmのものを用います。

③飲水槽が一つの場合、その水槽にはフロートスイッチを取り付けます。飲水槽を二つ以上も設ける場合は、分配先の飲水槽にはボールタップを取り付けます。送・排水管の種類は、吸水管と同様です。適用するパイプなどの種類は、現地の地形、ポンプや給水槽から牧区までの距離などに応じて決定します。送・配水管のパイプ径は、吸水管のように呼び径13mmという制約はありません。送・配水距離や量に応じて、20mmや25mm径のパイプを利用することは可能です。ただし、ポンプとの接続部は13mm径の資材（異径継手など）が必要です。

### 3）取水等に関する留意事項

現地での飲水確保には、渓流・河川、用水路、井戸などを利用する方法があります。

水質が家畜飲水に適しているかどうかを確認した上で利用しましょう。

渓流や河川、農業用水路などの農業水利施設などからの取水にあたっては、水利権や慣行水利権に抵触する場合があるので、トラブルが発生しないよう十分留意し、必要な場合は所定の手続きを行いましょう。

農業用水の利用にあたっては、用水と排水が分離された用水路からの取水を心がけてください。排水路や用排兼用水路では、排水に農薬成分が含まれている場合があるので、水路掛かりの圃場での栽培状況などを十分把握し、農薬流出の可能性が認められる場合、当該水路からの取水は避けましょう。

### 4）システムの導入コスト

本システムの各機器の2014年10月現在の価格は下表の通りです。全て表中にある発売元で購入できます。

太陽光発電方式の電気牧柵器を利用した場合、ソーラーパネルの大きさ（電力量）やバッテリーの容量によっては、ポンプが動作しないことがあります。その場合はソーラーパネルまたはバッテリーの増設が必要となります。必要なパネル電力やバッテリー容量の設計ついては、「3．システムの設計」で説明します。

| | 種　別 | 品　　名 | 価　格<br>（税込,送料別） |
|---|---|---|---|
| ① | ポンプ | シャフロ　2088-443-144(12V系)付属品共 | ¥25,380 |
| ② | コントローラ | 充放電コントローラ：モーニングスター SunSaver6L | ¥9,720 |
| ③ | | PVポンプコントローラ：エルガ　KMP-3 | ¥16,200 |
| ④ | フロートスイッチ | 荏原製作所　EF-4A-6（ケーブル6m） | ¥8,964 |
| | | 合計 | ¥60,264 |
| A | ソーラーパネル | サンライズSR-M020D　20W単結晶 | ¥5,400 |
| B | ソーラーパネル | KFソーラーKF60M-12　60W単結晶 | ¥12,960 |
| ● | 太陽光発電ポンプシステムセット | エルガ　水道楽20（上の①～③およびAのセット） | ¥57,780 |
| ● | 太陽光発電ポンプシステムセット | エルガ　水道楽50（上の①～③およびBのセット） | ¥62,640 |

※価格は2014年10月現在のもの。

（上表中、各機器の発売元）

有限会社　エルガ

住所：埼玉県比企郡小川町角山208-2

TEL 0493-71-1102, FAX 0493-71-1104, Email：tt8k-skri@asahi-net.or.jp, ホームページ：http://www.erga.jp/

## 3. システムの設計

### 1）設計システムの概要

各機器の消費電力をもとに、ポンプを1日にどれだけの時間利用するかなどのデータから、必要なソーラーパネルの規模やバッテリーの容量を計算する設計シートを作成しました。使用している電気牧柵器の消費電流、必要水量に関するデータ、導入地域の平均日照時間などを入力することで、システムの設計ができます。シートはマイクロソフト社のエクセルで作成しています。本マニュアル添付の〝EPDESIGN.xlsx〟を開いてご使用ください。

家畜飲水供給システム設計シート

Ⅰ．ご使用の電気牧柵器の消費電流を入力してください。

| | | |
|---|---|---|
| ポンプの消費電流(最大) | 10 | A(アンペア) |
| 電気牧柵器の消費電流(最大) | 130 | mA(ミリアンペア) |
| 充放電コントローラの自己消費電流 | 10 | mA(ミリアンペア) |
| ポンプコントローラの自己消費電流(24V(ボルト)の時) | 5.6 | mA(ミリアンペア) |

ここでは、仮値として、G社B160型電牧器の値を入力しています。

| 揚水高 (m) | 揚水量（リットル） 1時間 | 30分間 | 10分間 |
|---|---|---|---|
| 1 | 535 | 268 | 89 |
| 5 | 506 | 253 | 84 |
| 10 | 470 | 235 | 78 |
| 15 | 434 | 217 | 72 |
| 20 | 397 | 199 | 66 |

※内径13mmのホース100mを接続して試験をした結果に基づくホース先端からの吐出量(参考文献①)

Ⅱ．ポンプの1日あたりの必要稼働時間を入力してください。

必要稼働時間は、1日の必要飲水量（牛1頭・1日あたり45リットルとする）を基に、おおよその目安として、右の表を参考にして設定してください。

| | | |
|---|---|---|
| ポンプ稼働時間 | 30 | 分 |

※電気牧柵器の稼働時間は24時間とします。

ここでは、牛4頭の放牧を想定した値を入力しています。

Ⅲ．各機器の消費電力と消費電流量（1日あたり）の計算結果　※システム電圧は12Vとします

| 機器の消費電力 | | |
|---|---|---|
| ポンプ | 120 | ワット（＝12(ボルト)×消費電流(アンペア)） |
| 電気牧柵器 | 1.56 | ワット（＝12(ボルト)×消費電流(ミリアンペア)÷1000） |
| 充放電コントローラ | 0.12 | ワット（＝12(ボルト)×消費電流(ミリアンペア)÷1000） |
| ポンプコントローラ | 0.07 | ワット（＝12(ボルト)×消費電流(ミリアンペア)÷1000） |
| 機器全体での1日あたりの消費電流量（Ah／日） | | |
| 1日あたりの消費電流量 | 8.4 | Ah/日<br>（各機器について、式=消費電力(W)×稼働時間(h/日)／(電圧(V)×変換効率)を計算した値の総和）　※変換効率は1(直流機器のため) |

Ⅳ．ソーラーパネルとバッテリーの選定

1．ソーラーパネルの1日あたりの必要発電電流量の計算

| | | |
|---|---|---|
| 必要発電電流量 | 10.5 | Ah/日<br>(=1日あたりの消費電流量（Ah/日）／(出力補正係数(0.85)×バッテリー充放電損失補正係数(0.95)×その他の補正係数(1))) |

2．ソーラーパネルの発電必要電流の計算

当該地の平均日照時間を入力してください。

| | | |
|---|---|---|
| 平均日照時間（時間） | 4.4 | |
| 必要電流 | 2.39 | A(アンペア)<br>(=1日あたりの必要発電電流量（Ah/日）／平均日照時間(h)) |

平均日照時間は、1日あたりの平均的な日照時間です。地域・地点によって異なります。気象庁ホームページから全国の観測地点の日照時間(月ごとなどの平年値)が検索できます。 http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php　ここでは、栃木県大田原の5月～10月(想定放牧期間)の平均日照時間を入力しています。

3．ソーラーパネルの最大出力動作電圧の計算

| | | |
|---|---|---|
| 最大出力動作電圧 | 15.58 | V(ボルト)<br>(=バッテリー公称電圧(12V)×満充電係数(鉛蓄電池では1.24)＋ダイオード電圧降下(0.7V)) |

4．連続無日射保証日数の設定

| | |
|---|---|
| 連続無日射保証日数（日） | 3 |

曇天などによりソーラーパネルの発電がない状態で使用する日数（バッテリーのみでの使用日数）。通常3日～5日。ここでは、3日を設定します。

5．必要なソーラーパネルとバッテリーの計算結果

①ソーラーパネル

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 出力: | 37.2 | W、　最大動作電流 | 2.39 | A、最大動作電圧 | 15.58 | V以上のパネルを選んでください。 |

バッテリー容量＝（1日あたりの消費電流量×連続無日射保証日数）/バッテリー保守率
※バッテリー保守率・・・充放電時の発熱などによる損失を考慮した補正係数（鉛蓄電池0.8）

②バッテリー

| | | |
|---|---|---|
| バッテリー容量（Ah） | 31.5 | Ah以上のバッテリーを選んでください。 |

※バッテリーは、太陽光電池に適したディープサイクル・メンテナンスフリータイプが理想的ですが、コストなどの面から、ここでは通常のカーバッテリーの利用を基本とします。

表　ソーラーパネルの一例

| | 型番 | 公称最大出力 | 最大出力動作電流 (Imp) | 最大出力動作電流 (Vmp) | 外形サイズ (mm) | 重量 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | SJS20 | 20W | 1.18A | 17.0V | 538*350*35 | 2.7 |
| ② | SJS30 | 30W | 1.77A | 17.0V | 412*666*35 | 3.7 |
| ③ | SJJ40B-2P | 39W | 2.30A | 17.0V | 535*666*35 | 4.3 |
| ④ | KF50M-12 | 50W | 2.86A | 17.5V | 758*537*35 | 5.0 |
| ⑤ | DJ-95D | 95W | 5.43A | 17.5V | 1198*537*35 | 7.6 |

有限会社エルガ、ホームページおよびシェルソーラージャパンより。他社にも数多くのパネルがあります。

## 2）現地におけるシステム設計の考え方

ソーラーパネルやバッテリーの整備には、現状でもかなりの経費がかかります。1）で示したシートを用いた設計値は、理論的に安全側の環境を保持するものです。コストの面から設計通りの整備ができない場合もあると思います。ここでは、後述の4で示す導入事例を参考にして、現地での設計の考え方について説明します。

後述の4－1）の事例に基づくデータを用いて計算した結果を下に示します。この結果によると、必要なソーラーパネルの規模は28W以上となり、使用している20Wを超えています。バッテリーの容量は十分足りています。

現地での2013年の放牧期間中(6～11月)、ポンプシステムはトラブルなく稼働し飲水供給状況は良好でした。したがって、電力的には十分であったことになります。

コストの面で初期に十分な電源機器の整備が困難な場合は、まず最低限の器材を整備した上で、放牧期間中の放牧牛の見廻りの際に、時々、バッテリー電圧などのチェックを行い、電圧が急激に低下しているような場合に、ソーラーパネルあるいはバッテリーを随時増設するなどの対策をとることも低コスト化のための考え方となります。

家畜飲水供給システム設計シート

Ⅰ．ご使用の電気牧柵器の消費電流を入力してください。

| 項目 | 値 | 単位 |
|---|---|---|
| ポンプの消費電流(最大) | 10 | A(アンペア) |
| **電気牧柵器の消費電流(最大)** | **110** | mA(ミリアンペア) |
| 充放電コントローラの自己消費電流 | 10 | mA(ミリアンペア) |
| ポンプコントローラの自己消費電流(24V(ボルト)の時) | 5.6 | mA(ミリアンペア) |

Ⅱ．ポンプの1日あたりの必要稼働時間を入力してください。

必要稼働時間は、1日の必要飲水量(牛1頭･1日あたり45リットルとする)を基に、おおよその目安として、右の表を参考にして設定してください。

| **ポンプ稼働時間** | **20** | 分 |
|---|---|---|

※電気牧柵器の稼働時間は24時間とします。

| 揚水高(m) | 揚水量（リットル） 1時間 | 30分間 | 10分間 |
|---|---|---|---|
| 1 | 535 | 268 | 89 |
| 5 | 506 | 253 | 84 |
| 10 | 470 | 235 | 78 |
| 15 | 434 | 217 | 72 |
| 20 | 397 | 199 | 66 |

※内径13mmのホース100mを接続して試験をした結果に基づくホース先端からの吐出量（参考文献①）

Ⅳ．ソーラーパネルとバッテリーの選定

1．ソーラーパネルの1日あたりの必要発電電流量の計算

| 必要発電電流量 | 7.9 | Ah/日<br>(=1日あたりの消費電流量(Ah/日)／(出力補正係数(0.85)×バッテリー充放電損失補正係数(0.95)×その他の補正係数(1))) |
|---|---|---|

2．ソーラーパネルの発電必要電流の計算

当該地の平均日照時間を入力してください。

平均日照時間は、1日あたりの平均的な日照時間です。地域･地点によって異なります。気象庁ホームページから全国の観測地点の日照時間(月ごとなどの平年値)が検索できます。 http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php ここでは、栃木県大田原の5月～10月(想定放牧期間)の平均日照時間を入力しています。

| **平均日照時間(時間)** | **4.4** | |
|---|---|---|
| 必要電流 | 1.8 | A(アンペア)<br>(=1日あたりの必要発電電流量(Ah/日)／平均日照時間(h)) |

3．ソーラーパネルの最大出力動作電圧の計算

| 最大出力動作電圧 | 15.58 | V(ボルト)<br>(=バッテリー公称電圧(12V)×満充電係数(鉛蓄電池では1.24)＋ダイオード電圧降下(0.7V)) |
|---|---|---|

4．連続無日射保証日数の設定

| **連続無日射保証日数(日)** | **3** |
|---|---|

曇天などによりソーラーパネルの発電がない状態で使用する日数(バッテリーのみでの使用日数)。通常3日～5日。ここでは、3日を設定します。

5．必要なソーラーパネルとバッテリーの計算結果

①ソーラーパネル

| 出力: | **28.0** | W、 最大動作電流 | **1.80** | A、最大動作電圧 | **15.58** | V以上のパネルを選んでください。 |
|---|---|---|---|---|---|---|

②バッテリー

バッテリー容量＝(1日あたりの消費電流量×連続無日射保証日数)/バッテリー保守率

| バッテリー容量(Ah) | **23.6** | Ah以上のバッテリーを選んでください。 |
|---|---|---|

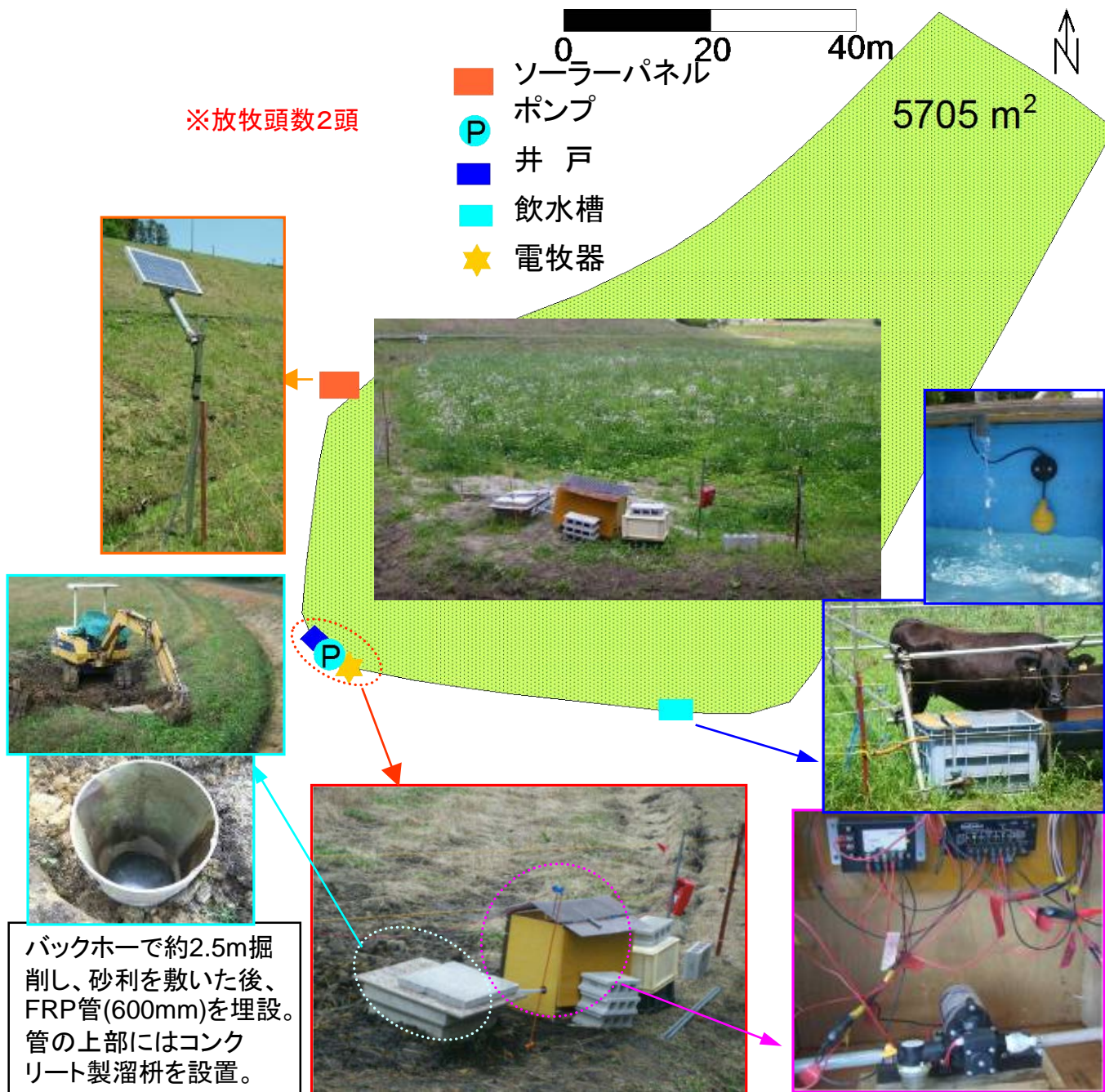
4．システムの導入事例

1）栃木県S市U牧場

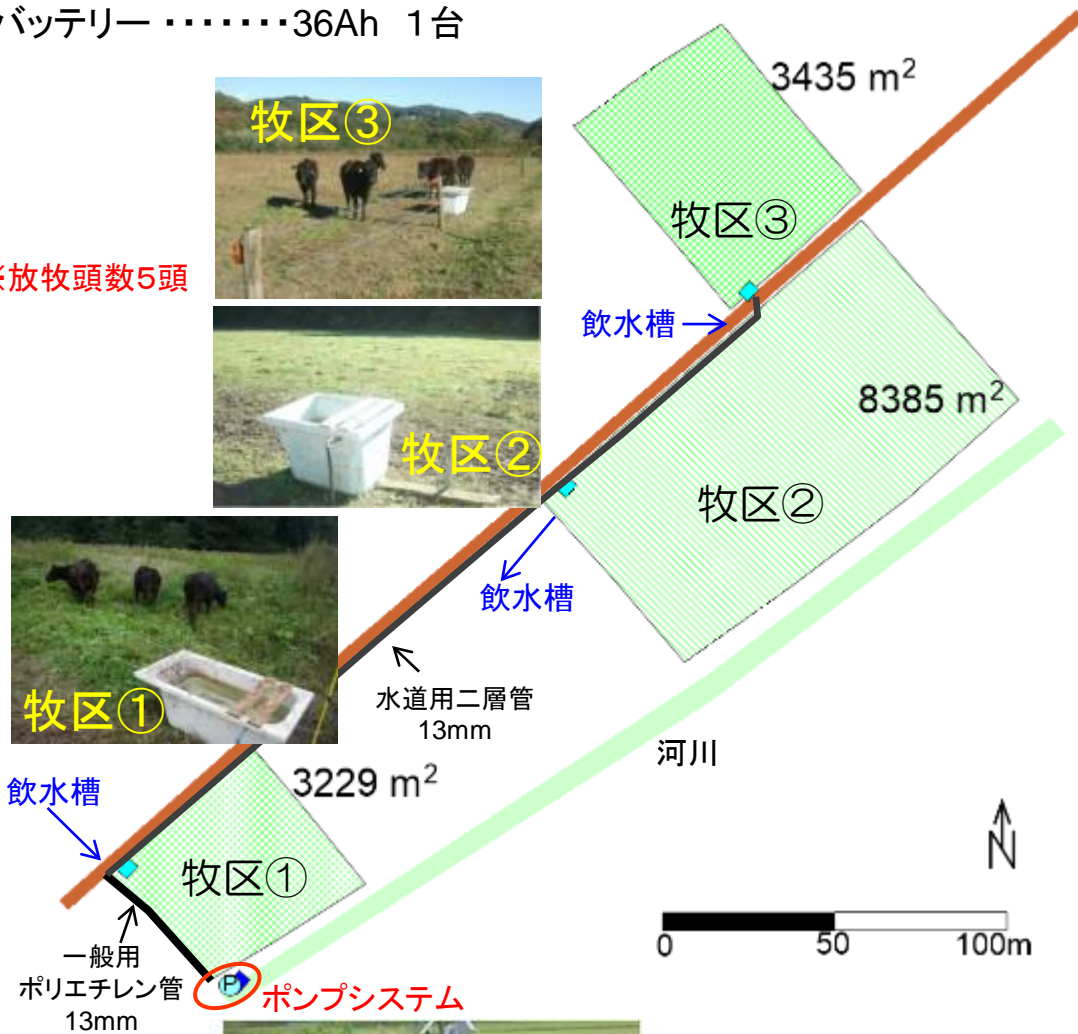
ポンプシステム以外のシステム概要

・電気牧柵器・・・・・・K社1000S、最大出力(電流110mA)

・ソーラーパネル・・・・20W（最大動作電流1.18A）１枚

・バッテリー ・・・・・・・・36Ahと46Ahの２台

2）栃木県M町S牧場

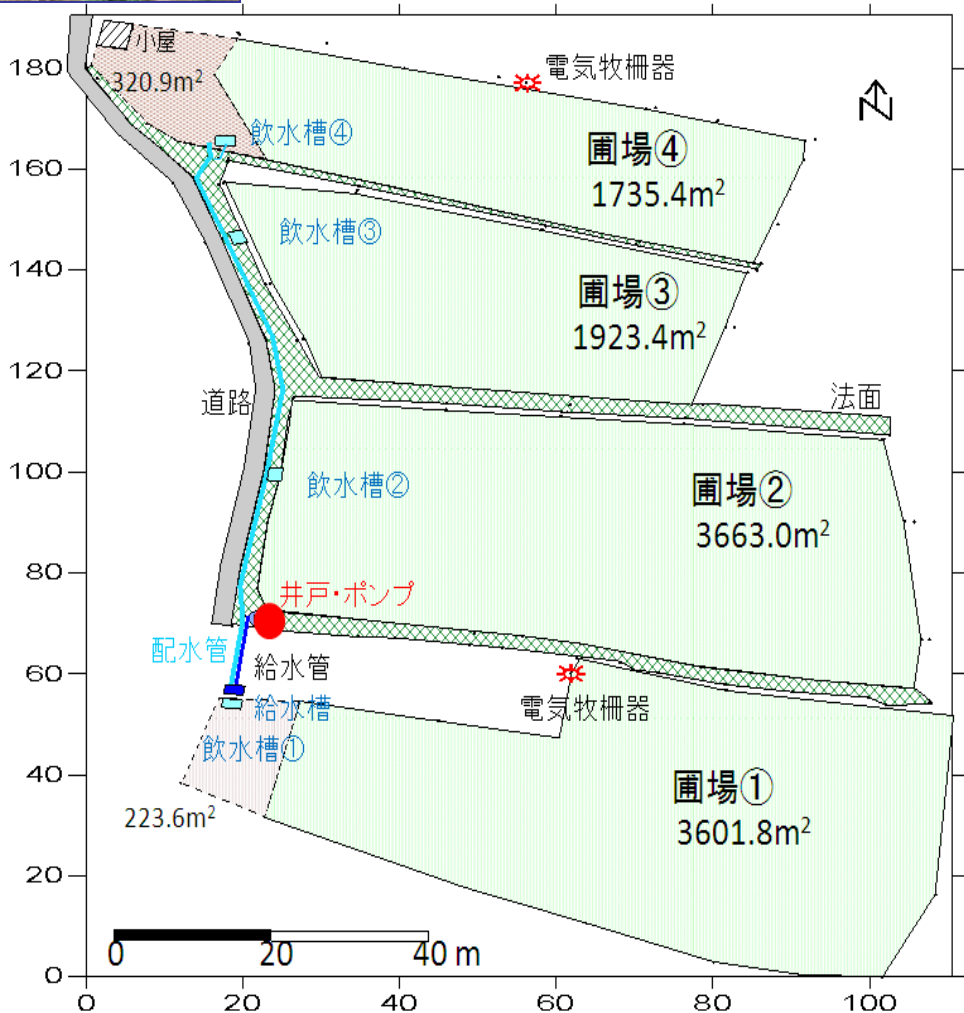
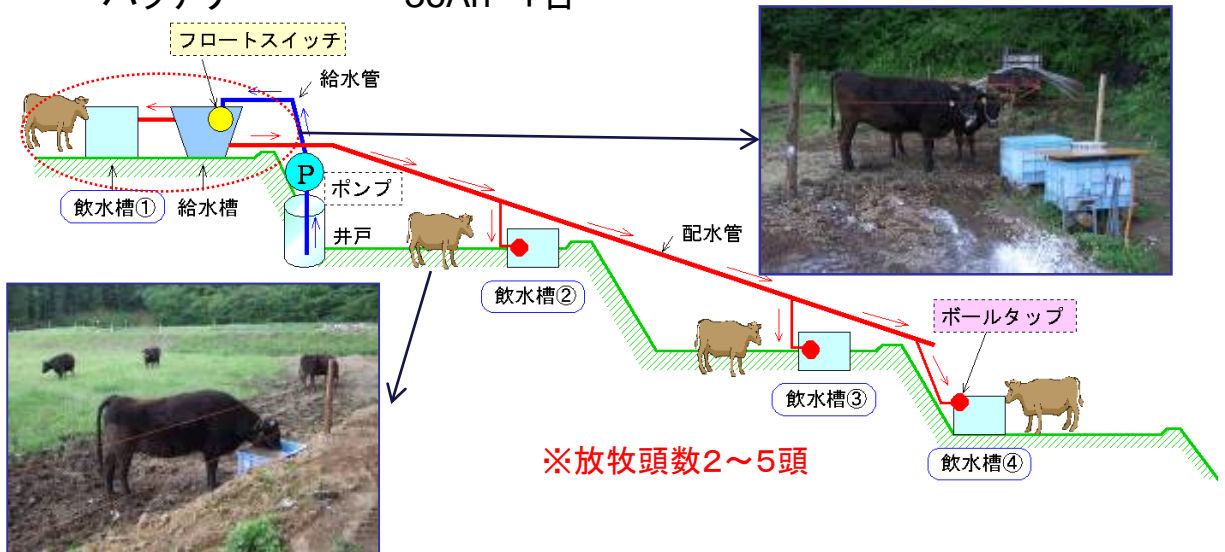
ポンプシステム以外のシステム概要

・電気牧柵器・・・・・・K社S250(7.2Ahﾊﾞｯﾃﾘｰ内蔵、4.2Wｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ付)
・ソーラーパネル・・・・13W（最大動作電流1.18A）2枚
・バッテリー ・・・・・・・・36Ah　１台

3）栃木県O市K牧場

ポンプシステム以外のシステム概要

・電気牧柵器・・・・・・A社AP-2002-N

・ソーラーパネル・・・・20Wと5.6Wの２枚

・バッテリー ・・・・・・・・36Ah　１台

## 5. 機器等の維持管理

### 1）こんなときは

ここでは、これまでの試験および現地導入の中で生じた機器のトラブルや現時点で可能性のある現象とその対処法についてまとめました。

今後、さらに現地へのシステム導入が進めば、ここに示した以外の問題やトラブルが生じることも考えられます。これらについては本マニュアルの更新に併せて随時、追加をしていきます。

### ポンプが動かない

**配線関係の不良など**

| 原因 | 対処法 |
| --- | --- |
| 接続・結線の不良、断線など | 接続部の確認、断線が考えられる場合はテスターによる通電チェックや不良箇所の改良・交換 |

**バッテリーなどの不良**

| 原因 | 対処法 |
| --- | --- |
| バッテリーやソーラー発電の電力不足などにより、チャージコントローラが機能し、すべての電気経路が停止している | バッテリーの充電・交換や容量の増強、ソーラーパネル発電量の増強(高出力のものに交換など) |
| 充放電コントローラなどとバッテリー間に接続しているヒューズの切断 | ヒューズの交換 |
| ポンプの故障 | ポンプの交換 |

### 水の揚がり悪い。水量が減少した。水が出ない。

| 原因 | 対処法 |
| --- | --- |
| ポンプに接続しているストレーナ（濾過フィルター）に藻などが詰まったための通水能力低下 | 定期的なストレーナの清掃 |
| ストレーナパッキンの劣化、取水からポンプまでの配管の破損や接続部の緩みによるエアーの混入、逆止弁の詰まりや不良 | ストレーナーや配管部材の交換、部材ねじ込み部や逆止弁の点検、交換 |
| 取水面とポンプの高低差がポンプの自給水位(2.1m)を超えている | ポンプ位置を下げる。取水口からポンプまでの取水管に水を充填する（呼び水） |

ダイヤフラムの劣化による揚水能力の低下、ポンプの故障 → ポンプの交換

フロートスイッチの故障、フロートスイッチ導線の断線や劣化による通電障害 → 機器の交換

※このほか、現在のところ、ポンプ以外の機器の故障や不具合の事例やそれに伴うポンプ動作の不能事例はありませんが、各種機器の不具合などについては、それぞれの機器の取扱説明書を参考にして対処してください。

2）冬季におけるポンプ等の維持管理

冬季の低温により、ポンプや配管の内部の水が凍結すると、場合によってはポンプの故障、配管接続具の破損などが起こります。放牧終了後に機器・器具内が水で満水になった状態で放置しておくと、そのリスクが高まります。

ポンプについては、ストレーナ（ろ過フィルター）を取り外し、ポンプ本体に残っている水を出すようにします。ポンプ両端のホースあるいはパイプを取り外しておけばなお安心です。このとき、取り外したパイプなどは虫などが入らないようビニールテープなどで塞いでおきましょう。ポンプの取り外しが容易にできるようにして、冬の期間、回収をしておけばさらに安心です。

配管や接続具などでは、特にバルブ系資材が凍結により破損を受け易いです。中でもボール型式のバルブでは、バルブ本体とボールの隙間に付着する水が凍結して、破損につながることがあります。布製品や保温資材で包むなどの防寒対策を施すとよいでしょう。

## 6. その他

ここでは、本システムに関する問い合わせや機器の発売元などに関する情報を示します。

### （本マニュアルに対する問い合わせ先）

本マニュアルの内容およびシステム設計シートに関する問い合わせやシステム導入に関する質問・相談などは以下にご連絡ください。電子メールをご利用の方はできるだけ電子メールにてお願いします。

（独）農研機構　畜産草地研究所　草地管理研究領域
草地生態システム研究グループ
上席研究員　　中尾誠司　宛
Email：snakao@affrc.go.jp　　TEL 0287-37-7209

### （ポンプ等の発売元）　有限会社　エルガ

埼玉県比企郡小川町角山208-2
TEL 0493-71-1102 FAX 0493-71-1104
Email：tt8k-skri@asahi-net.or.jp
ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ：http://www.erga.jp/

### （参考文献）

①中尾誠司：水田放牧の飲水場管理における太陽光エネルギーの利用，農業農村工学会誌(水土の知)，78(8)，677-680 (2010)

②中尾誠司ほか：耕作放棄地等の放牧における太陽光発電を活用した家畜飲水供給システム，畜産草地研究所2012年成果情報
URL: http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/420b0_04_07.html

③中尾誠司ほか：耕作放棄地等の放牧活用を支援する省力的家畜飲水供給技術マニュアル，畜産草地研究所2013年成果情報
URL: http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13_072.html

④角川　浩　著：独立型太陽光発電と家庭蓄電，パワー社 (2013)

⑤川村康文　著：自分で作る太陽光発電，総合科学出版 (2012)

### （耕作放棄地などの放牧利用に関するマニュアル）

①小規模移動放牧　マニュアル　基礎・開牧編、畜産草地研究所技術リポート2号(2002年3月)、 URL: http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/2002/index.html

②小規模移動放牧マニュアル　、畜産草地研究所技術リポート6号(2006年3月)、
URL: http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/2006/index.html

③小規模移動放牧技術汎用化マニュアル(Q&A)「身近な草資源を放牧地としてもっと活用しよう!」-耕作放棄地解消に向けた放牧活用術-、畜産草地研究所技術リポート10号(2011年3月)、 URL:http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/2006/index.html

## 改訂履歴

2014年7月　　初版　Ver.1.0

2014年11月　　Ver.1.1　　・・・・・・　システムのコストを2014年10月現在価格に変更、ほか

本マニュアルは、農水省平成25年度補正予算により農研機構生研センターが実施する「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」の成果を踏まえて作成されています。